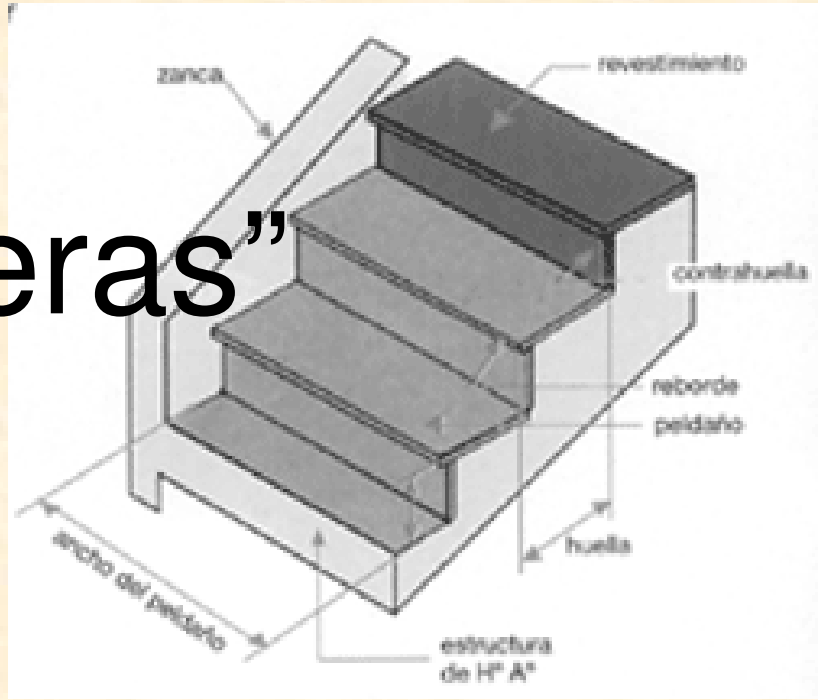
CALCULO DE HORMIGÓN ARMADO

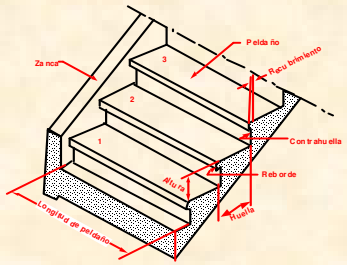
“Escaleras”



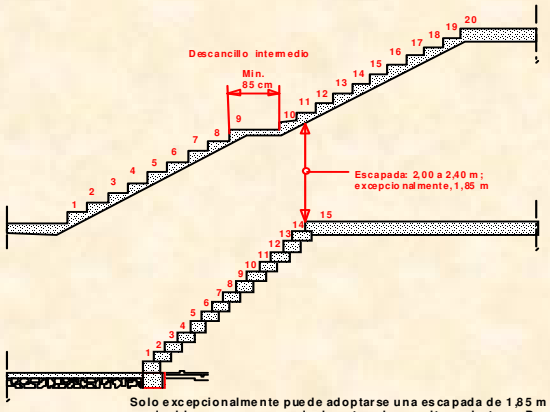
AUTOR: Arq. Javier Richard Morales Morales

ESCALERAS

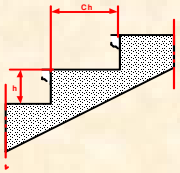
CONDICIONANTES GENERALES



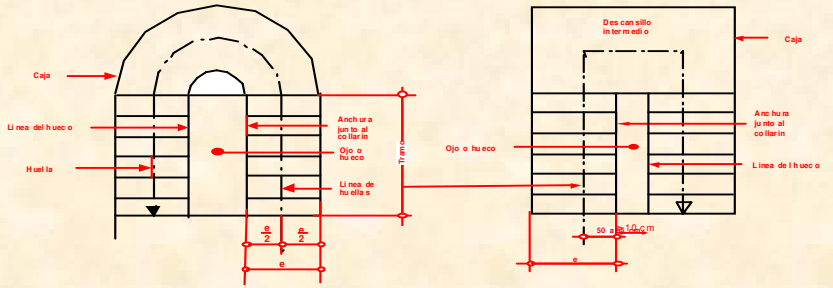
Terminología de una escalera



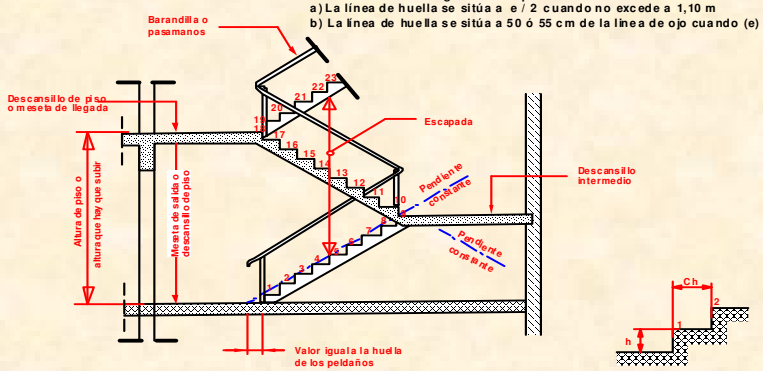
Solo excepcionalmente puede adoptarse una escapada de 1,85 m . El efecto producido por una escapada de este valor resulta molestoso. Por debajo de dicho valor no es posible pasar comodamente.



Proporción entre la altura y la huella de los peldaños de una escalera
h + 2 Ch = 60 a 66 cm



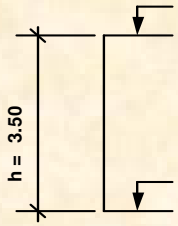
La flecha de una escalera indica siempre el sentido de la subida. En la linea de huella se marcan los peldaños.
e = longitud de los peldaños o ancho de la escalera
a) La línea de huella se sitúa a e / 2 cuando no excede a 1,10 m
b) La linea de huella se sitúa a 50 ó 55 cm de la linea de ojo cuando (e) es mayor que 1,10 m



La pendiente, si es posible, debe ser igual para todos los tramos de una escalera y, en todo caso, constante en cada tramo.
En un tramo no ha de haber más de 22 peldaños
* El primer peldaño puede tener una huella de 2 a 5 cm mayor que las huellas normales, rectificándose la altura por consiguiente.
Ejemplo: peldaño normal (2 x 18) + 27 = 63
peldaño de partida (2 x 16) + 31 = 63

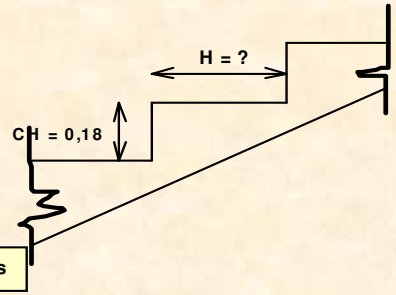
DATOS:

h = 3,50 mt (dato obtenido de normas).



FORMULA: H + 2CH = 0,65

CH = 0,16 a 0,18 Adoptamos el promedio de 0,17



Número de peldaños: $N° = \frac{h}{CH}$

$N° = \frac{3,50}{0,18} = 19,44$ adoptamos 19 peldaños

Contra Huella: $CH = \frac{h}{N°}$

$CH = \frac{3,50}{19} = 0,184$

Huella: H + 2 CH = 0,65

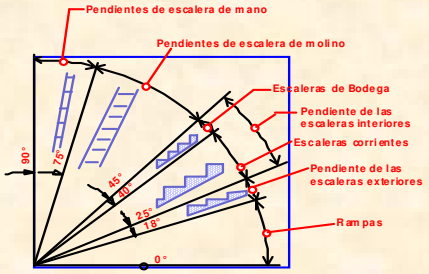
Despejamos Huella:

H = 0,65 - 2 CH

Reemplazamos valores:

H = 0,65 - 2 (0,184)

H = 0,282



Pendientes usuales de las escaleras

RESUMEN:

N° = 19 Peldaños

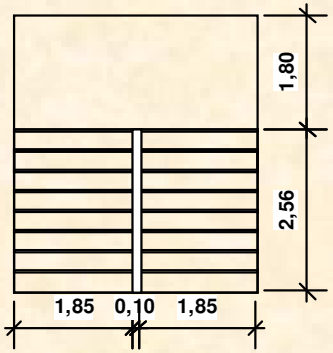
CH = 0,184

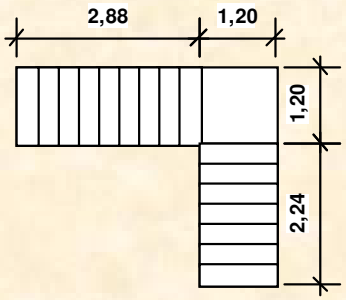
H = 0,282 Podemos adoptar 0,30 por que no afecta en la altura

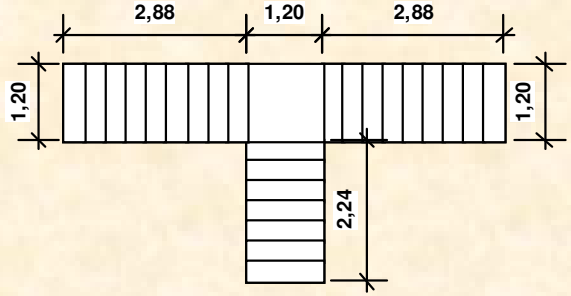
DISEÑO DE ESCALERAS

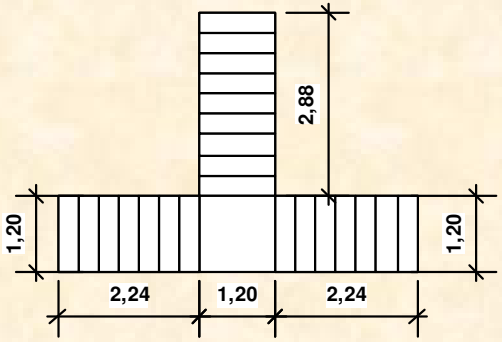
(alternativas de diseño)

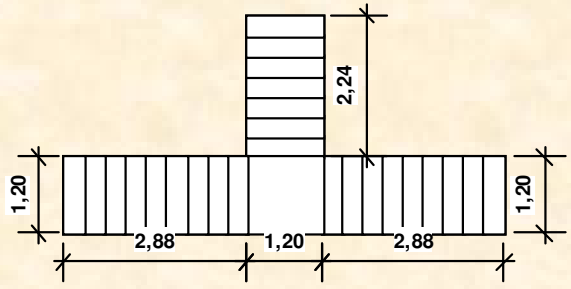
POSIBILIDADES:

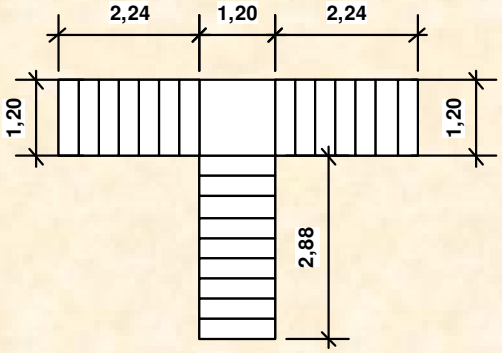


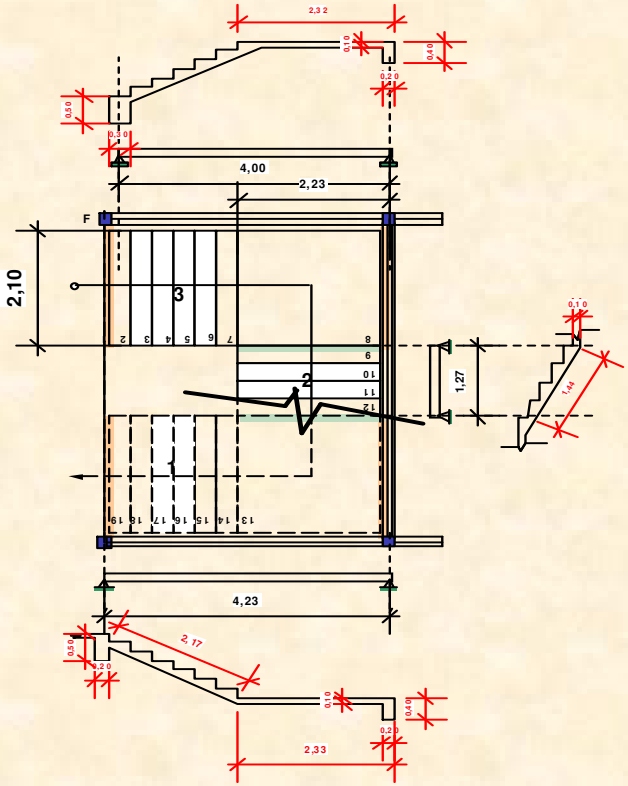










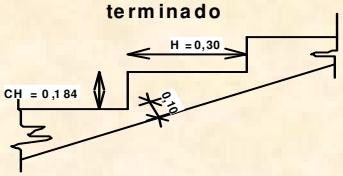


Referencias:

Apoyo Principal

Apoyo Secundario

Huella y Contrahuella terminado



ANALISIS DE CARGA (Descanso N° 2)

Datos Generales

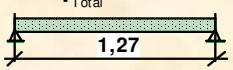
Peso Especifico Del H°A°	2400 Kg/m^3
Peso Especifico Del H°S°	2100 Kg/m^3
Baranda	30 Kg/m
Enlucido de yeso	12 Kg/m
Peso Mosaico marmol	150 Kg/m
Sobrecarga	400 Kg/m^2

Grada 1 (A - B)

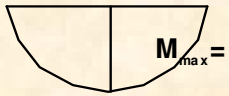
Peso Peldaños	5 (0,30m x 0,184m x 1,00m) x 2100 Kg/m^3 / 1,00 m	= 580 Kg/m
Peso Losa	0,10m x 1,44m x 1,00m x 2400 Kg/m^3 / 1,00 m	= 346 Kg/m
Baranda		30 Kg/m
Enlucido de yeso		12 Kg/m
Peso Mosaico marmol		150 Kg/m
Sobrecarga	1,00 m x 400 Kg/m^2	= 400 Kg/m
"q" Total		1518 Kg/m

Descanso N° 2

q_{Total} = 1518 Kg/m



" M "



$$M_{max} = \frac{q_{Total} \times L^2}{8}$$

Calcular el Momento Maximo:

$$M_{max} = \frac{q_{Total} \times L^2}{8}$$

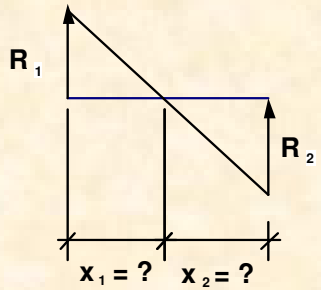
$$M_{max} = \frac{1518\ Kg/m \times 1,27^2}{8}$$

$$M_{max} = 306,04\ Kg\ m$$

Transformar en Kg cm el Momento Maximo:

$$306,04\ Kg\ m \times \frac{100\ cm}{1\ m} = 30604\ Kg\ cm$$

" Q "



Formula:

$$R_1 = R_2 = \frac{q_{Total} \times L}{2}$$

$$R_1 = R_2 = \frac{1518\ Kg/m \times 1,27\ m}{2}$$

$$R_1 = R_2 = 964\ Kg$$

Distancia:

$$x_1 = x_2 = \frac{R}{q_{Total}}$$

$$x_1 = x_2 = \frac{964\ Kg}{1518\ Kg/m}$$

$$x_1 = x_2 = 0,63\ m$$

CALCULO DE ARMADURA

Datos:

Tensiones:

f_{ck} = 210 Kg/cm^2

f_{yk} = 5000 Kg/cm^2

Coeficientes de Minoración:

δ_c = 1,50

δ_s = 1,10

Coeficientes de Mayoración:

δ_f = 1,60

Referencias:

f_{ck} = Resistencia Caracteristica de Diseño del Hormigón

f_{yk} = Resistencia Caracteristica de Diseño del Acero

δ_c = Nivel de control del Hormigón

δ_s = Nivel de control del Acero

δ_f = Nivel de control de la carga

Tensione Admisible del Hormigón:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\delta_c} \Rightarrow f_{cd} = \frac{210\ Kg/cm^2}{1,50} = 140\ Kg/cm^2$$

Tensione Admisible del Acero:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\delta_s} \Rightarrow f_{yd} = \frac{5000\ Kg/cm^2}{1,10} = 4545\ Kg/cm^2$$

Mayoración de Momento Maximo:

$M_{Ultimo} = M_{max} \times \delta_f$

$M_{Ultimo} = 30604\ Kg\ cm \times 1,60$

$M_{Ultimo} = 48966\ Kg\ cm$

Altura de cálculo del diseño de la losa de escalera : d_o

$d_o = h_T - (rec + \varnothing\ 10\ mm)$

$d_o = 10\ cm - (1,5\ cm + 0,5\ cm)$

$d_o = 8\ cm$

Verificación de la altura de cálculo con el Momento maximo: d_o

Formula:

$$d_o = K \sqrt{\frac{M_{Ultimo}}{f_{cd} \times b}}$$

Datos:

M_{Ultimo} = 48966 Kg cm

f_{cd} = 140 Kg/cm^2

b = 100 cm

$$d_o = 1{,}737 \sqrt{\frac{48966 \text{ Kg cm}}{140 \text{ Kg/cm}^2 \times 100 \text{ cm}}}$$

d_o = 3,25 cm < 8 cm Por lo tanto se asume la altura de 10 cm

Cálculode armadura con el Momento maximo:

Formula:

$$y = d_o \left[1 - \sqrt{1 - \frac{M_{Ultimo}}{0{,}425 \times f_{cd} \times b \times d_o^2}} \right]$$

Datos:

M_{Ultimo} = 48966 Kg cm

f_{cd} = 140 Kg/cm^2

f_{yd} = 4545 Kg/cm^2

b = 100 cm

d_o = 8 cm

$$y = 8 \text{ cm} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{48966 \text{ Kg cm}}{0{,}425 \times 140 \text{ Kg/cm}^2 \times 100 \text{ cm} \times (8 \text{ cm})^2}} \right]$$

y = 0,53

Area de armadura:

$$A_{s1} = \frac{0{,}85 \times f_{cd} \times b \times y}{f_{yd}}$$

$$A_{s1} = \frac{0{,}85 \times 140 \text{ Kg/cm}^2 \times 100 \text{ cm} \times 0{,}53}{4545 \text{ Kg/cm}^2}$$

A_{s1} = 1,39 cm^2

VERIFICACIÓN CUANTIA MÍNIMA:

Formula:

$$W = \frac{A_{s1}}{A_c}$$

Datos:

W = Cuantía mínima 0,0028

A_{s1} = Area transversal del acero

A_c = Area transversal de la viga

Despejar: A_{s1}

$$A_{s1} = W \times A_c$$

Reemplazar datos:

$$A_{s1} = 0{,}0028 \times 100\ cm \times 10\ cm$$

$A_{s1} = 2{,}8\ cm^2$ ▪ $1{,}39\ cm^2$ **Por lo tanto se asume la cuantia minima:** $2{,}8\ cm^2$

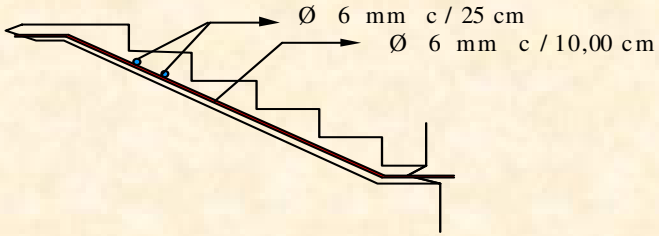
Buscar diametro de armadura en la tabla de Losas:

1° propuesta:

Ø 6 mm c / 10,00 cm ⟶ $2{,}83\ cm^2$ ▪ $2{,}80\ cm^2$

2° propuesta:

Ø 8 mm c / 17,50 cm ⟶ $2{,}87\ cm^2$ ▪ $2{,}80\ cm^2$



ANALISIS DE CARGA (Descanso N° 1 - 3)

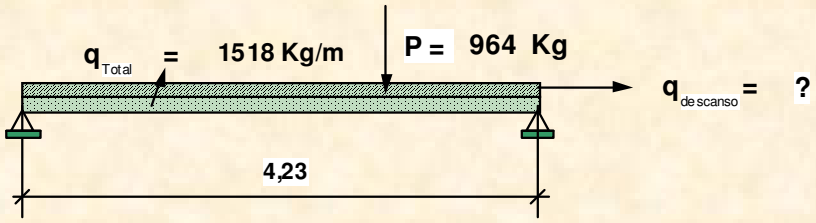
Datos Generales

Peso Especifico Del H°A°	2400 Kg/m^3
Peso Especifico Del H°S°	2100 Kg/m^3
Baranda	30 Kg/m
Enlucido de yeso	12 Kg/m
Peso Mosaico marmol	150 Kg/m
Sobrecarga	400 Kg/m^2

Grada 1 (A - B)

Peso Peldaños	7 (0,30m x 0,184m x 1,00m) x 2100 Kg/m^3 / 1,00 m =	812 Kg/m
Peso Losa	0,10m x 4,50m x 1,00m x 2400 Kg/m^3 / 1,00 m =	1080 Kg/m
Baranda		30 Kg/m
Enlucido de yeso		12 Kg/m
Peso Mosaico marmol		150 Kg/m
Sobrecarga	1,00 m x 400 Kg/m^2 =	400 Kg/m
" q " Total		2484 Kg/m

Descanso 1 - 3



Transformar la carga puntual en una carga uniformemente distribuida:

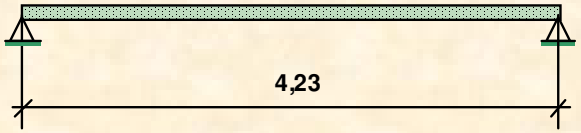
$$q_{descanso} = \frac{P}{L}$$

$$q_{descanso} = \frac{964\ Kg}{4{,}23\ m}$$

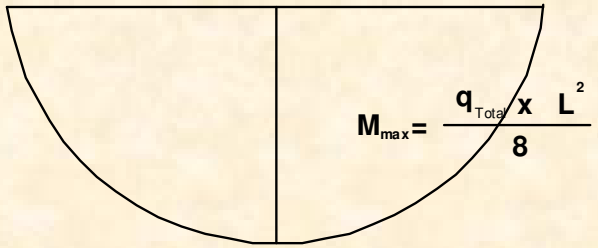
$$q_{descanso} = 227{,}89\ Kg / m$$

Descanso 1 - 3

q_{Total} = 1746 Kg/m



" M "



Calcular el Momento Maximo:

$$M_{max} = \frac{q_{Total} \times L^2}{8}$$

$$M_{max} = \frac{1746\ Kg/m \times 4{,}23^2}{8}$$

$$M_{max} = 3905{,}12\ Kg\ m$$

Transformar en Kg cm el Momento Maximo:

$$3905{,}12\ Kg\ m \times \frac{100\ cm}{1\ m} = 390512\ Kg\ cm$$

CALCULO DE ARMADURA

Datos:

Tensiones:

f_{ck} = 210 Kg/cm^2

f_{yk} = 5000 Kg/cm^2

Coeficientes de Minoración:

δ_c = 1,50

δ_s = 1,10

Coeficientes de Mayoración:

δ_f = 1,60

Referencias:

f_{ck} = Resistencia Caracteristica de Diseño del Hormigón

f_{yk} = Resistencia Caracteristica de Diseño del Acero

δ_c = Nivel de control del Hormigón

δ_s = Nivel de control del Acero

δ_f = Nivel de control de la carga

Tensione Admisible del Hormigón:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\delta_c} \Rightarrow f_{cd} = \frac{210\ Kg/cm^2}{1,50} = 140\ Kg/cm^2$$

Tensione Admisible del Acero:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\delta_s} \Rightarrow f_{yd} = \frac{5000\ Kg/cm^2}{1,10} = 4545\ Kg/cm^2$$

Mayoración de Momento Maximo:

$M_{Ultimo} = M_{max} \times \delta_f$

$M_{Ultimo} = 390512\ Kg\ cm \times 1,60$

$M_{Ultimo} = 624819\ Kg\ cm$

Altura de cálculo del diseño de la losa deescalera : d_o

$d_o = h_T - (rec + \varnothing\ 10\ mm)$

$d_o = 10\ cm - (1,5\ cm + 0,5\ cm)$

$d_o = 8\ cm$

Verificación de la altura de cálculo con el Momento maximo: d_o

Formula:

$$d_o = K \sqrt{\frac{M_{Ultimo}}{f_{cd} \times b}}$$

Datos:

M_{Ultimo} = 624819 Kg cm
f_{cd} = 140 Kg/cm^2
b = 100 cm

$$d_o = 1{,}737 \sqrt{\frac{624819 \text{ Kg cm}}{140 \text{ Kg/cm}^2 \times 100 \text{ cm}}}$$

d_o = 11,60 cm ≥ 8 cm Por lo tanto se asume la altura de 11 cm

Cálculode armadura con el Momento maximo:

Formula:

$$y = d_o \left[1 - \sqrt{1 - \frac{M_{Ultimo}}{0{,}425 \times f_{cd} \times b \times d_o^2}} \right]$$

Datos:

M_{Ultimo} = 624819 Kg cm
f_{cd} = 140 Kg/cm^2
f_{yd} = 4545 Kg/cm^2
b = 100 cm
d_o = 11 cm

$$y = 11 \text{ cm} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{624819 \text{ Kg cm}}{0{,}425 \times 140 \text{ Kg/cm}^2 \times 100 \text{ cm} \times (11 \text{ cm})^2}} \right]$$

y = 7,00

Area de armadura:

$$A_{s1} = \frac{0{,}85 \times f_{cd} \times b \times y}{f_{yd}}$$

$$A_{s1} = \frac{0{,}85 \times 140 \text{ Kg/cm}^2 \times 100 \text{ cm} \times 7{,}00}{4545 \text{ Kg/cm}^2}$$

A_{s1} = 18,33 cm^2

VERIFICACIÓN CUANTIA MÍNIMA:

Datos:

Formula:

$$W = \frac{A_{s1}}{A_c}$$

W = Cuantía mínima 0,0028

A_{s1} = Area transversal del acero

A_c = Area transversal de la viga

Despejar: A_{s1}

$$A_{s1} = W \times A_c$$

Reemplazar datos:

$$A_{s1} = 0{,}0028 \times 100\ cm \times 10\ cm$$

$$A_{s1} = 2{,}8\ cm^2 < 18{,}33\ cm^2$$ **Por lo tanto se asume la cuantia minima:** $18{,}33\ cm^2$

Buscar diametro de armadura en la tabla de Losas:

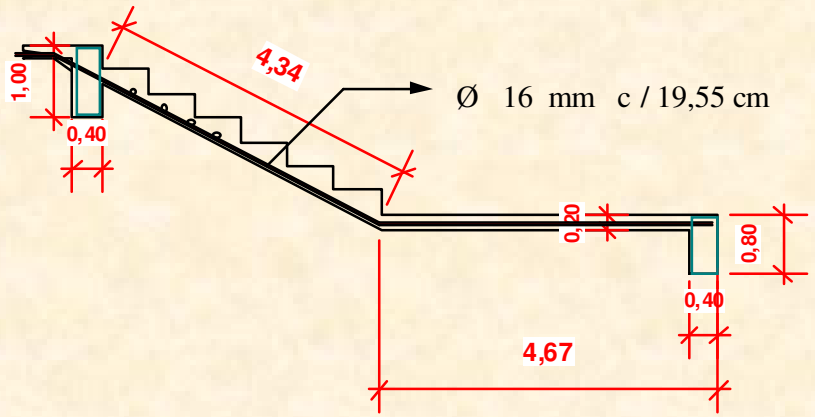
1° propuesta:

Ø 16 mm c / 19,55 cm ⟶ 19,15 cm^2 ≯ 18,33 cm^2

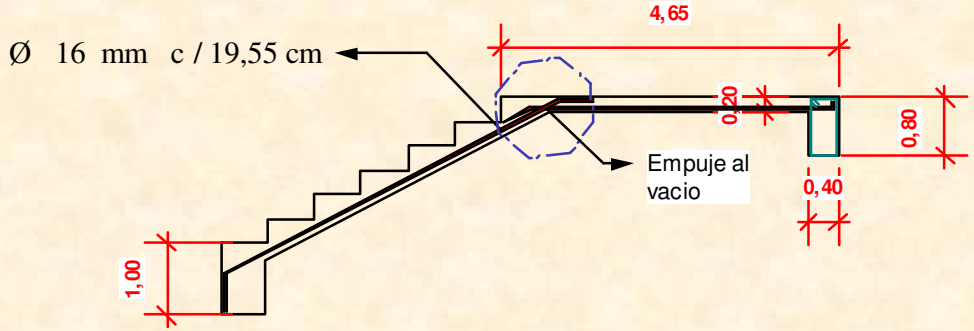
2° propuesta:

Ø 20 mm c / 17,00 cm ⟶ 18,48 cm^2 ≯ 18,33 cm^2

Descanso 3



Descanso 1



CANTIDAD DE ARMADURA PARA EL TRAMO 1

Armadura principal = Ø 16 mm c / 19,55 cm

Armadura distribución = Ø 6 mm c / 25 cm

Cantidad de fe de 16 mm :

Datos:

longitud a cubrir: **L = 2,10 m**

$$N^{\circ}_{fe} = \frac{L}{esp} + 1$$

$$N^{\circ}_{fe} = \frac{210\ cm}{19{,}55\ cm} + 1$$

$$N^{\circ}_{fe} = 12 \text{ fe} \qquad Ø\ 16\ mm$$

Cantidad de fe de 6 mm :

Datos:

longitud a cubrir: **L = 4,50 m**

$$N^{\circ}_{fe} = \frac{L}{esp} + 1$$

$$N^{\circ}_{fe} = \frac{450\ cm}{25\ cm} + 1$$

$$N^{\circ}_{fe} = 19 \text{ fe} \qquad Ø\ 6\ mm$$

CANTIDAD DE ARMADURA PARA EL TRAMO 3

Armadura principal = Ø 16 mm c / 19,55 cm

Armadura distribución = Ø 6 mm c / 25 cm

Cantidad de fe de 16 mm :

Datos:

longitud a cubrir: **L = 2,10 m**

$$N^{\circ}_{fe} = \frac{L}{esp} + 1$$

$$N^{\circ}_{fe} = \frac{210\ cm}{19{,}55\ cm} + 1$$

$$N^{\circ}_{fe} = 12 \text{ fe} \qquad Ø\ 16\ mm$$

Cantidad de fe de 6 mm :

Datos:

longitud a cubrir: **L = 4,50 m**

$$N^{\circ}_{fe} = \frac{L}{esp} + 1$$

$$N^{\circ}_{fe} = \frac{450\ cm}{25\ cm} + 1$$

$$N^{\circ}_{fe} = 19 \text{ fe} \qquad Ø\ 6\ mm$$

CANTIDAD DE ARMADURA PARA EL TRAMO 2

Armadura principal = Ø 6 mm c / 10 cm

Armadura distribución = Ø 6 mm c / 25 cm

Cantidad de fe de 6 mm :

Datos:

longitud a cubrir: **L = 2,10 m**

$$N^{\circ}_{fe} = \frac{L}{esp} + 1$$

$$N^{\circ}_{fe} = \frac{210\ cm}{10\ cm} + 1$$

$$N^{\circ}_{fe} = 22\ fe \qquad Ø\ 6\ mm$$

Cantidad de fe de 6 mm :

Datos:

longitud a cubrir: **L = 1,44 m**

$$N^{\circ}_{fe} = \frac{L}{esp} + 1$$

$$N^{\circ}_{fe} = \frac{144\ cm}{25\ cm} + 1$$

$$N^{\circ}_{fe} = 7\ fe \qquad Ø\ 6\ mm$$

Cuantia para presupuestos:

Ø 6 mm		Ø 16 mm	
19 fe x 2,10 m	= 39,90 m	12 fe x 4,50 m	= 54,00 m
19 fe x 2,10 m	= 39,90 m	12 fe x 4,50 m	= 54,00 m
7 fe x 2,10 m	= 14,70 m		
22 fe x 5,64 m	= 124,08 m		
	= 218,58 m		= 108,00 m
Peso de la barra =	0,220 Kg/m	Peso de la barra =	1,578 Kg/m
Peso acumulado =	48,08 Kg	Peso acumulado =	170,43 Kg

Peso total de armadura = 218,50 Kg

Volumen de escalera :

Volumen de peldaños

$$Vol = \frac{0{,}30\ m \times 0{,}184\ m}{2} \times 2{,}10\ m$$

$$Vol = 0{,}06\ m^3$$

$$Vol = 0{,}06\ m^3 \times 19\ \text{peldaños}$$

$$Vol = 1{,}14\ m^3$$

Volumen de losa: $4{,}50 + 4{,}50 + 1{,}44 = 10{,}44\ m$

$$Vol = 10{,}44\ m \times 0{,}10\ m \times 2{,}10$$

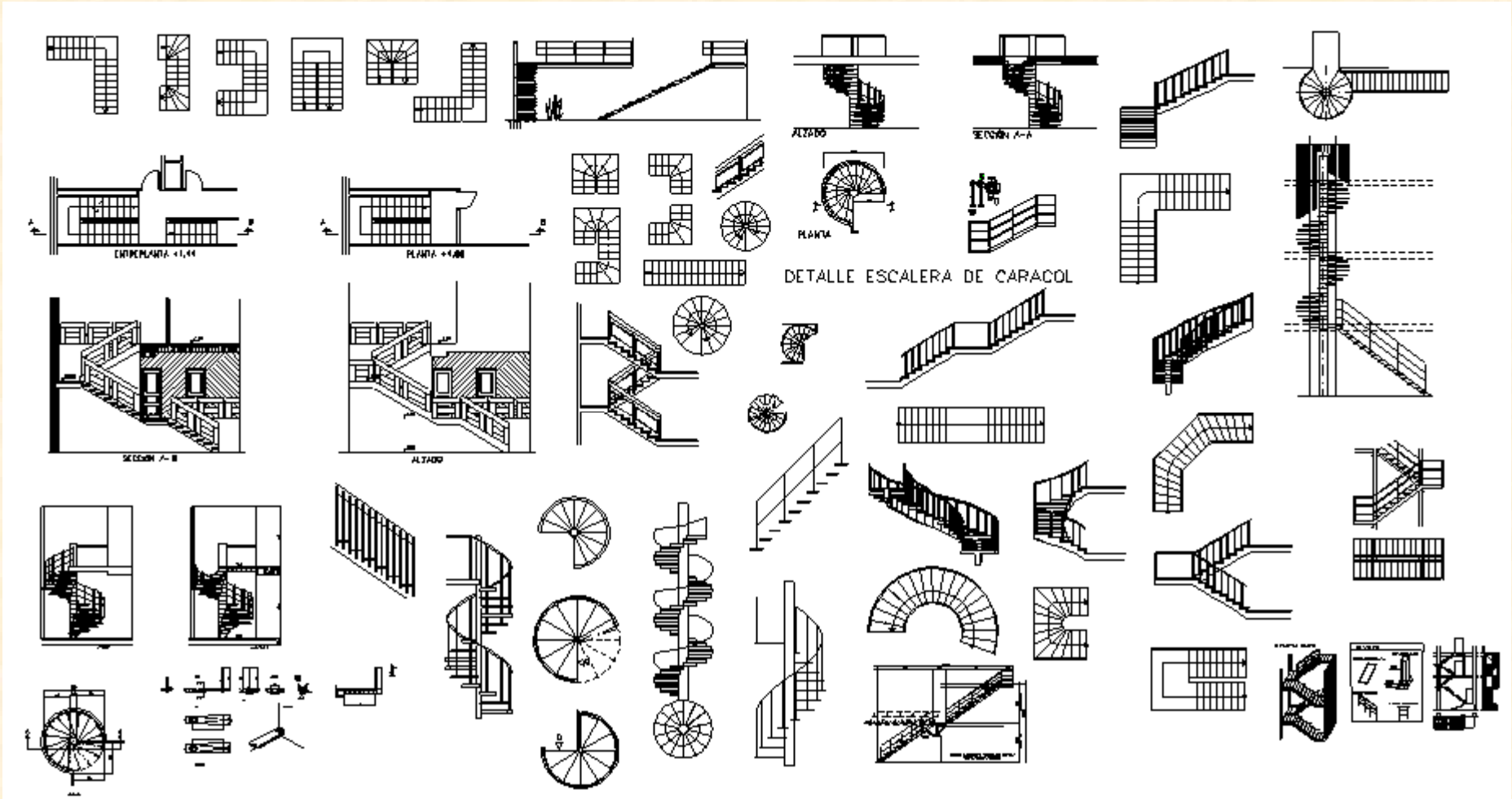
$$Vol = 2{,}19\ m^3$$

Volumen de total : $1{,}14 + 2{,}19 = 3{,}33\ m$

Rendimiento:

$$Rend = \frac{\text{Peso fe}}{\text{Area de losa}}$$

$$Rend = \frac{218{,}50\ Kg}{3{,}33\ m^3} = 65{,}62\ Kg/m^3$$


ALZADO
SECCIÓN A-A
PLANTA
DETALLE ESCALERA DE CARACOL
SECCIÓN A-B
ALZADO